# RELAZIONE TECNICA

**Oggetto:** Analisi di un campione di Biochar proveniente da un impianto di gassificazione di biomasse di tecnologia SyngaSmart®

## 1. INTRODUZIONE E SOMMARIO

La presente relazione tecnica è stata commissionata al sottoscritto al fine di qualificare, secondo le nome vigenti, l'utilizzabilità del BIOCHAR prodotto dagli impianti di gassificazione di biomasse della società RESET di Rieti ai fini agronomici.

Dalle analisi effettuate sul campione di BIOCHAR prodotto dall'impianto della Società RESET in esercizio a Terni si riscontra la conformità, per ognuno dei parametri analitici, rispetto ai limiti previsti dalla tabella MIPAAF contenuta nel DECRETO 22 giugno 2015 riguardante l'aggiornamento degli allegati 2, 6 e 7 al decreto legislativo n. 75 del 29 aprile 2010 «Riordino e revisione della disciplina in materia di fertilizzanti, a norma dell'articolo 13 della legge 7 luglio 2009, n. 88».

Pertanto il Biochar prodotto dagli impianti della società RESET, se registrato secondo quanto previsto dal MIPAAF nell'allegato 2 del D.lgs n. 75 del 2010 sulla disciplina dei fertilizzanti, è utilizzabile ai fini agronomici come ammendante.

## 2. CARATTERIZZAZIONE DELLA BIOMASSA E ANALISI DEL BIOCHAR

Al fine di rendere disponibili dati rappresentativi di composizione, si è proceduto alla caratterizzazione della produzione di BIOCHAR proveniente dall'impianto RESET installato presso il sito di Terni.

L'attività si è svolta attraverso le seguenti fasi:

### *2.1 Individuazione delle caratteristiche tecniche della biomassa introdotta in impianto e certificazione della produzione da filiera integrata per la produzione di biomasse*

Il DDT consegnato dal fornitore della biomassa dichiara le seguenti caratteristiche:

- Cippato di legno vergine da "resinose"
- Materiale vegetale prodotto esclusivamente dalla lavorazione di legno vergine, non contaminato da inquinanti, conforme al comma (D) dell'Allegato X sezione 4 del Dlgs. 152/06.
- Peso accertato: 6,740 kg.

La tabella sotto riportata fornisce dati medi statistici delle caratteristiche chimico-fisiche della biomassa introdotta ed i dati di potenza termica calcolati.

| *Composizione fisica* | | | *Valori energetici* | | | | | *Composizione chimica* | | | | | *Densità* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Umidità | Ceneri | Sostanze Volatili | PCI (kJ/kg) | | PCS (kJ/kg) | | PCU (kJ/kg) | C | H | O | N | S | kg/mc |
| % water / weight | %dry/weight | %daf/weight | dry | dry ash free | dry | dry ash free | as received | %dry ash free | %dry ash free | %dry ash free | %dry ash free | %dry ash free | |
| 30,00 | 2,90 | 79,00 | 18.413,00 | 18.962,92 | 19.730,60 | 20.319,88 | 11.209,10 | 52,10 | 6,10 | 40,10 | 1,54 | 0,05 | 200,00 |

### *2.2 Procedura di campionamento del prodotto BIOCHAR*

Il campione rappresentativo di BIOCHAR è stato creato seguendo le indicazioni previste per i prodotti sfusi, attraverso la pratica della "quartatura" (cfr. procedura interna: LINEE GUIDA PER IL CAMPIONAMENTO DI BIOCHAR).

**Reset s.r.l.** - Sede Legale: Viale Giulio Cesare, 71 - 00192 Roma - tel. +39(0)699291597 - fax +39(0)698380237
Sede Operativa: Via delle Industrie snc - 02015 Cittaducale (RI) - tel. +39(0)746607085 - fax +39(0)7461790141
Capitale Sociale € 658.000,00 - REA RM 1446090 - P.I./C.F. 13424481003
**w** reset-energy.com **e** info@reset-energy.com - PEC: resetin@pec.it

VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

E' stato prelevato un campione primario rappresentativo, miscelato accuratamente in modo da costituire una miscela unica aggregata ed uniforme. La miscela è poi stata sottoposta alla procedura prevista ed il campione rappresentativo prelevato, del peso di 5 kg, è stato inviato al laboratorio di analisi per il referto analitico.

### *2.3 Analisi del campione rappresentativo di BIOCHAR*

Il decreto 22 giugno 2015 - Aggiornamento degli allegati 2, 6 e 7 al decreto legislativo n. 75 del 29 aprile 2010 «Riordino e revisione della disciplina in materia di fertilizzanti, a norma dell'articolo 13 della legge 7 luglio 2009, n. 88» - sancisce l'ingresso del BIOCHAR nella lista degli ammendanti il cui uso è autorizzato dal MIPAF – Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali. Tale fatto consente, pertanto, la commercializzazione del BIOCHAR quale ammendante in agricoltura su tutto il territorio nazionale.

L'inserimento del BIOCHAR nell'elenco è subordinato all'adozione della procedura prevista dal MIPAF e in particolare:

1) iscrizione produttore al registro fabbricanti, attraverso l'accesso alla piattaforma SIAN gestita dal MIPAF

2) Iscrizione prodotto al registro fertilizzanti, andando a compilare le maschere previste dall'opzione biochar selezionando le materie prime ed inserendo in dati numerici relativi al certificato dell'analisi effettuata sul BIOCHAR.

Nelle pagine seguenti si riporta il referto analitico ricevuto.

Il campione di 5 kg di BIOCHAR, rappresentativo dell'intero lotto disponibile, è stato consegnato il giorno 26 giugno 2017 presso il laboratorio selezionato per procedere con le analisi richieste.




dr. Aita & Associated Inspectors - Italia

**RIEPILOGO DEI RISULTATI DELLE ANALISI SUL BIOCHAR - RESET SRL**

| Prova | Unità di misura | Valore | Metodo di prova |
|---|---|---|---|
| pH | - | 11,3 | UNI EN 13040 : 2008 + UNI EN 13037 : 2012 |
| Conducibilità Elettrica | mS/cm | 5,0 | UNI EN 13040 : 2008 + UNI EN 13038 : 2012 |
| Umidità | % | 2,76 | UNI EN 13040 : 2008 |
| Azoto totale | mg/kg s.s. | 516 | UNI EN 13654-2:2001 |
| Fosforo totale (P) | mg/kg s.s. | 340 | UNI EN 13650:2002 + Hoffmann - Landw. Forsch. 19,94-107:1966 |
| Potassio totale (K) | g/kg s.s. | 4,3 | UNI EN 13650:2002 + ISO 11047:1998 |
| Calcio totale (Ca) | g/kg s.s. | 10,60 | UNI EN 13650:2002 + ISO 11047:1998 |
| Magnesio totale (Mg) | g/kg s.s. | 2,20 | UNI EN 13650:2002 + ISO 11047:1998 |
| Sodio totale (Na) | mg/kg s.s. | 216 | UNI EN 13650:2002 + ISO 11047:1998 |
| Piombo totale (Pb) | mg/kg s.s. | < 1,0 | UNI EN 13650:2002 + ISO 11047:1998 |
| Cadmio totale (Cd) | mg/kg s.s. | < 1,0 | UNI EN 13650:2002 + ISO 11047:1998 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cromo esavalente (Cr VI) | mg/kg s.s. | < 1,0 | UNI 10780:1998 App. B 4.7 |
| Rame totale (Cu) | mg/kg s.s. | 10,4 | EPA 3051A 2007 + EPA 7000B 2007 |
| Zinco totale (Zn) | mg/kg s.s. | 11,8 | EPA 3051A 2007 + EPA 7000B 2007 |
| Nichel totale (Ni) | mg/kg s.s. | 5,34 | UNI EN 13650:2002 + UNI EN ISO 11885:2009 |
| Mercurio totale (Hg) | mg/kg s.s. | < 1,0 | UNI EN 13650:2002 + UNI EN ISO 11885:2009 |
| Massa volumica apparente su campione compattato in laboratorio | g/L | 126 | UNI EN 13040:2008 |
| Ceneri | % s.s. | 6,4 | UNI EN 14775:2010 |
| Carbonio Totale | % s.s. | 68,5 | UNI EN 13654-2:2001 |
| Carbonio Totale di origine biologica | % s.s. | 68,4 | UNI EN 13654-2:2001 + DM 13/09/1999 SO n. 185 GU 248 21/10/1999 Met V.1 + Calcolo |
| Calcare Totale | g/kg s.s. | 9 | DM 13/09/1999 SO n. 185 GU 248 21/10/1999 Met V.1 |
| Rapporto molare H:C | - | 0,48 | UNI EN 15407:2011 + Calcolo |
| **FRAZIONE GRANULOMETRICA** | | | |
| FRAZIONE GRANULOMETRICA < 5,00 mm | % | 64,04 | UNI EN 15428:2008 |
| FRAZIONE GRANULOMETRICA < 2,00 mm | % | 35,29 | UNI EN 15428:2008 |
| FRAZIONE GRANULOMETRICA < 0,50 mm | % | 14,73 | UNI EN 15428:2008 |
| **PROVA DI CRESCITA IN VASO CON ORZO ESTIVO** | | | |
| Indice di germinazione dei campioni AGR (Average Germination Rate) | % | 90,0 | UNI EN 16086-1:2012 |
| Indice di germinazione medio dei controlli AGR (Average Germination Rate) | % | 90 | UNI EN 16086-1:2012 |
| Coefficiante di varianza dell'indice di germinazione CVG (Coefficient of Variance Germination Rate | % | 5,6 | UNI EN 16086-1:2012 |
| Inibizione di Germinazione GeI (Germination Inhibition | % | 0,0 | UNI EN 16086-1:2012 |
| Inibizione media di crescita per vaso (Average Inhibition of Growth per pot) (1) | % | -88,0 | UNI EN 16086-1:2012 |
| Note: (1) il valore negativo indica che si è verificata una maggiore crescita | | | |
| **IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI** | | | |
| Acenaftene | mg/kg s.s. | < 1,0 | EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2014 |
| Acenaftilene | mg/kg s.s. | 1,02 | EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2014 |
| Naftalene | mg/kg s.s. | 1,53 | EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2014 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Fenantrene | mg/kg s.s. | < 1,0 | EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2014 |
| Antracene | mg/kg s.s. | < 1,0 | EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2014 |
| Benzo(a)antracene | mg/kg s.s. | < 1,0 | EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2014 |
| Benzo(ghi)perilene | mg/kg s.s. | < 1,0 | EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2014 |
| Dibenzo(a,h)antracene | mg/kg s.s. | < 1,0 | EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2014 |
| Pirene | mg/kg s.s. | < 1,0 | EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2014 |
| Benzo(a)pirene | mg/kg s.s. | < 1,0 | EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2014 |
| Fluorantene | mg/kg s.s. | < 1,0 | EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2014 |
| Benzo(b)fluorantene | mg/kg s.s. | < 1,0 | EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2014 |
| Benzo(k)fluorantene | mg/kg s.s. | < 1,0 | EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2014 |
| Indeno(1,2,3-cd)pirene | mg/kg s.s. | < 1,0 | EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2014 |
| Crisene | mg/kg s.s. | < 1,0 | EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2014 |
| Fluorene | mg/kg s.s. | < 1,0 | EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2014 |
| **POLICLOROBIFENILI (PCB)** | | | |
| POLICLOROBIFENILI (PCB) | ng/kg s.s. | < 1,0 | EPA 3545A 2007 + EPA 3620C:2007 + EPA 8270D 2014 |
| ***Policlorodibenzo-p-diossine e Policlorodibenzo-p-furani** | | | |
| Sommatoria PCDD, PCDF (Conversione I-TE) | ng/kg s.s. | < 2,5 | EPA 3545A 2007 + EPA 8280B 2007 |
| Limite superiore Sommatoria PCDD, PCDF (Conversione I-TE) | ng/kg s.s. | < 2,5 | EPA 3545A 2007 + EPA 8280B 2007 |

## 3. CICLO DI PRODUZIONE DEL BIOCHAR

Il Biochar è un carbone vegetale ottenuto dal trattamento termico, in presenza o meno di ossigeno, della biomassa legnosa specificatamente per l’utilizzo agronomico e ambientale attraverso l’applicazione al suolo.

Per trattamento termico, genericamente, si intendono i processi di:

- **Pirolisi lenta**: temperatura inferiore ai 400°C, produzione di biochar pari al 40% della biomassa in introdotta;
- **Pirolisi veloce**: temperatura nell’ordine dei 500°C, produzione di biochar pari al 15% della biomassa introdotta;
- **Gassificazione**: temperatura nell’ordine degli 800°C, produzione di biochar pari al 5-10% della biomassa introdotta;

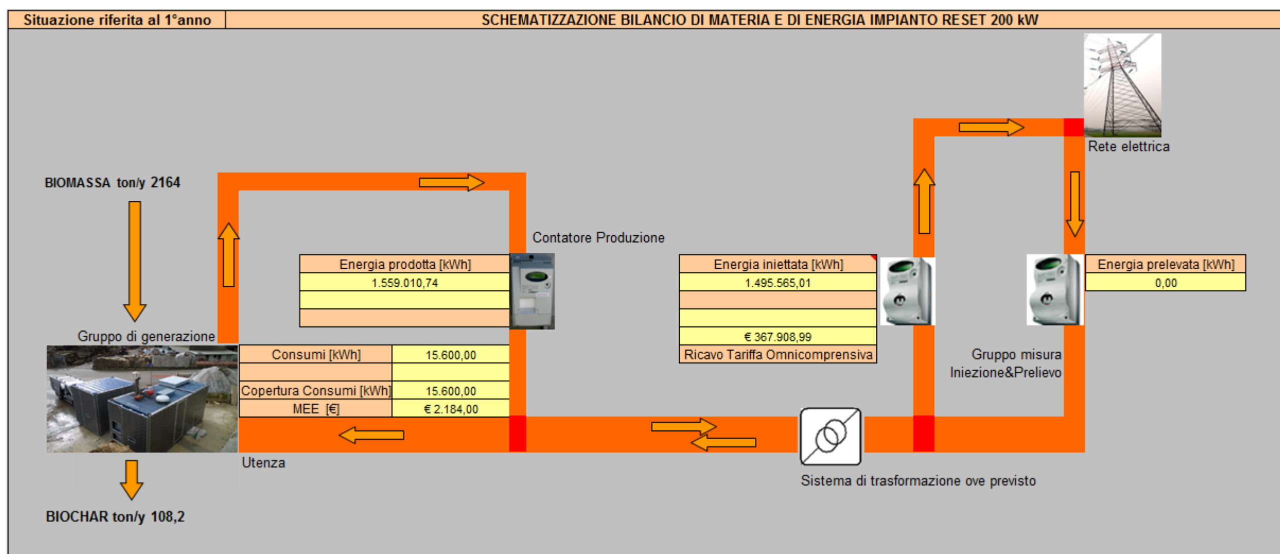
I principali costituenti della materia vegetale sono: **emicellulosa**, **cellulosa**, **lignina**, insieme a estrattivi organici, minerali inorganici e acqua. La distribuzione di tali elementi varia in maniera non molto significativa con la specie arborea, con l’età della pianta, con fattori ambientali come la tipologia di suolo e le condizioni climatiche, come si evince dalla tabella seguente:

| Feedstock | Cellulose (wt %) | Hemicellulose (wt %) | Lignin (wt %) | Extractives (wt %) | Ash (wt %) |
|---|---|---|---|---|---|
| Hybrid poplar | 45 | 19 | 26 | 7 | 1.7 |
| Willow | 43 | 21 | 26 | – | 1 |
| Switchgrass | 32 | 25 | 18 | 17 | 6 |
| Miscanthus | 38 | 24 | 25 | 5 | 2 |
| Maize stover | 39 | 19 | 15 | – | 4.6 |
| Wheat straw | 38 | 25 | 14 | – | 10 |

I processi di degradazione termochimica di emicellulosa, cellulosa e lignina evidenziano un comportamento differente:
L'**emicellulosa**, che si degrada completamente tra i 220°C e i 315°C, produce gas non condensabili (CO, CO2, H2, CH4), composti organici a basso peso molecolare (acidi carbossilici, aldeidi, alcani ed eteri), acqua e poca quantità di catrami.
La **cellulosa**, che si degrada tra i 315° e i 400°C, produce prodotti di degradazione che variano fortemente in virtù delle condizioni di reazione, tra cui CO2, H2O, CO, CH4, carbone, vapori condensabili e composti organici.
La **lignina**, che si degrada tra i 160° e i 900°C e produce gas non condensabili (CO, CH4, etano), vapori condensabili e aerosol liquidi, oltre che carbone.
A parità di temperatura e tempo, la perdita di peso della lignina è meno della metà della cellulosa, circa il 40 per cento in peso del contenuto di lignina del campione originale, per cui si può affermare che il residuo carbonioso del trattamento termico della biomassa legnosa, in un processo di gassificazione a temperatura prossima ad 800°C, è quasi esclusivamente derivante dalla lignina.
L'efficienza del processo di carbonificazione dipende, pertanto, sia dalla composizione della biomassa d'origine che dalle condizioni di processo, in particolare dalla temperatura.
Andando ad approfondire il processo di gassificazione, attraverso il quale si produce il **Biochar** disponibile presso gli impianti del produttore Reset S.r.l., si evidenzia che la gassificazione consiste nella conversione termochimica della matrice organica parzialmente ossidata attraverso una reazione alta temperatura (da 800°C fino a 1.200°C). Tale processo avviene attraverso le seguenti fasi:
1. **ESSICCAZIONE**: la biomassa perde le sostanze volatili a bassa temperatura, in particolare l'acqua e una piccola parte dell'emicellulosa.
2. **PIROLISI**: i componenti volatili della biomassa (cellulose e emicellulose) evaporano generando gas di pirolisi; la lignina rimane in fase solida formando carbone. I prodotti ottenuti sono: gas di pirolisi, TAR e carbone.
3. **COMBUSTIONE**: i prodotti volatili e parte del carbone prodotti nella fase di Pirolisi reagiscono con l'ossigeno liberando calore per le reazioni di gassificazione. I prodotti ottenuti sono: energia termica, CO, $CO_2$ e $H_2O$.
4. **GASSIFICAZIONE**: quando i prodotti della combustione attraversano il letto di biomassa carbonizzata rovente, si riducono e formano i prodotti: CO, $H_2$, $CH_4$, $H_2O$.
Il ciclo delle reazioni sopra citate, produce quale sottoprodotto la biomassa legnosa ormai carbonizzata e non più in grado di reagire, praticamente un carbone vegetale che prende la denominazione di **BIOCHAR**.

## 4. BILANCI DI MATERIA E DI ENERGIA DELL'IMPIANTO DI GASSIFICAZIONE RESET DA 200 kW – PRODUZIONE DI BIOCHAR

Di seguito si riporta un bilancio di materia e di energia semplificato relativo all'impianto di gassificazione da 200 kW progettato e commercializzato da RESET.




Per l'impianto RESET della capacità di 200 kWe, la produzione attesa di BIOCHAR è dell'ordine del 5% della biomassa in ingresso, segnatamente 108,2 ton/anno per un utilizzo di 2164 ton/anno di biomassa.
Nel contempo la biomassa produrrà 200 kW per 7800 ore/anno, con una produzione complessiva annua di energia elettrica pari a 1.559.010 kWh.

**5. CONCLUSIONI**

L'analisi del BIOCHAR prodotto dall'impianto della Società RESET rientra, per ognuno dei parametri analitici, all'interno dei range previsti dalla tabella prevista da MIPAAF nel DECRETO 22 giugno 2015 riguardante l'aggiornamento degli allegati 2, 6 e 7 al decreto legislativo n. 75 del 29 aprile 2010 «Riordino e revisione della disciplina in materia di fertilizzanti, a norma dell'articolo 13 della legge 7 luglio 2009, n. 88».
Pertanto il Biochar prodotto dagli impianti della società RESET è utilizzabile ai fini agronomici come ammendante, se registrato secondo quanto previsto dal MIPAAF nell'allegato 2 del D.lgs n. 75 del 2010 sulla disciplina dei fertilizzanti.
In particolare, rispetto ad alcuni parametri "caratterizzanti" come:

- Carbonio di origine biologica
- Ceneri
- Conducibilità elettrica
- Rapporto molare
- Frazione granulometrica < 0,5 mm

il campione evidenzia che il BIOCHAR prodotto dal gassificatore RESET è in linea con le caratteristiche richieste dal **MARCHIO VOLONTARIO DI VALORIZZAZIONE DEL BIOCHAR** (MARCHIO ICHAR – Associazione Italiana Biochar), attualmente in fase di finalizzazione.

Roma, 21 Settembre 2017

Dott. Luigi Iannitti
Energy Manager
Iscritto all'Ordine Interregionale dei Chimici
di Lazio, Umbria, Abruzzo e Molise al n. 3459 (Sezione A)